

**Structured ceramic body production**

**Patent number:** DE19709691  
**Publication date:** 1998-09-17  
**Inventor:** AHNE STEPHAN DIPL ING (DE); ROSNER  
WOLFGANG DR ING (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** C04B35/00; H01L41/24  
- **european:** B32B18/00; H01L41/24  
**Application number:** DE19971009691 19970310  
**Priority number(s):** DE19971009691 19970310

**Report a data error here**

**Abstract of DE19709691**

Production of structured ceramic bodies involves producing green ceramic bodies (GK) with applied ceramic spacer structures (AS) and combining several such green bodies to form a green body composite which is sintered to produce a structured ceramic body having (partially) separated sub-structures. Preferably, the regions between the sub-structures of the sintered body are subsequently filled with a function-assisting material, e.g. a light scattering material dispersed in a reaction resin matrix when the ceramic bodies consist of a luminescent material.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 09 691 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 04 B 35/00**  
// H01L 41/24

⑲ Aktenzeichen: 197 09 691.3  
⑳ Anmeldetag: 10. 3. 97  
㉓ Offenlegungstag: 17. 9. 98

08

DE 197 09 691 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Ahne, Stephan, Dipl.-Ing., 91341 Röttenbach, DE;  
Roßner, Wolfgang, Dr.-Ing., 83607 Holzkirchen, DE

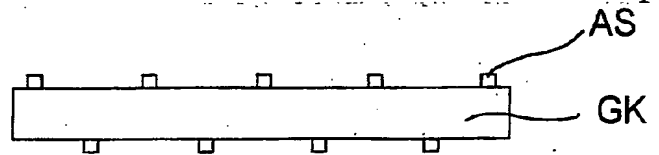
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 43 30 163 C2  
DE 43 07 967 C2  
DE 38 35 794 A1  
US 51 37 776  
WO 88 08 360 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung eines strukturierten keramischen Körpers mit zumindest teilweise separierten Teilstrukturen

⑤7 Zur Herstellung eines strukturierten keramischen Körpers werden keramische Grünkörper (GK) mit keramischen Abstandsstrukturen (AS) versehen, zu einem Verbund gestapelt und zusammen gesintert. Es entsteht ein keramischer Körper mit weitgehend voneinander separierten Teilstrukturen, deren Hohlräume mit funktionsunterstützendem Material gefüllt werden können, beispielsweise mit einem dispersen Material in einer organischen Matrix.



DE 197 09 691 A 1

## Beschreibung

Strukturierte funktionskeramische Schichten aus Piezokeramik, Ferroelektrika oder keramischen Leuchtstoffen werden für ortsauflösende Anwendungen als Sensor- oder Aktorarrays benötigt. Zur Strukturierung werden durchgehende Schichten in lateral nebeneinander angeordnete Einzelelemente zerlegt. Bei keramischen Dünnschichten können dazu aus der Mikroelektronik bekannte lithographische Verfahren angewendet werden. Bei keramischen Dickschichten mit einer Dicke von mehr als 100 µm kann die Strukturierung nach der Schichterzeugung meist nur durch mechanisches Trennen, wie beispielsweise Sägen, erfolgen.

Des weiteren sind keramische Verfahren bekannt, bei denen die keramische Rohmasse in strukturierte Kunststoffmatrizen gegossen wird. Während des Sinterns verbrennt diese Kunststoffmatrize oder verflüchtigt sich anderweitig, wobei die Matrizenform weitgehend in der gegossenen Keramik als Negativform erhalten bleibt. Diese Technik ist jedoch technologisch aufwendig und damit kostenintensiv.

Ein weiteres Problem bei bekannten strukturierten keramischen Schichten besteht darin, daß die zunächst aufgetrennten keramischen Einzelelemente keinen Zusammenhalt besitzen, so daß die Struktur auf irgendeine Weise fixiert werden muß, beispielsweise durch Befestigung auf einem Substrat oder durch Auffüllen der Zwischenräume mit einem Hilfsstoff.

Weiterhin sind zur Herstellung strukturierter Keramikschichten auch integrierte Verfahren bekannt. Durch gerichtetes anisotropes Aufdampfen von Alkalihalogenidleuchtstoffen auf vorstrukturierte Substrate werden Leuchtstoffschichten erhalten, die Strukturversetzungen aufweisen. Diese Art der Strukturierung ist jedoch für die meisten Keramiken nicht geeignet und führt außerdem zu Einzelelementen, die ungenügend durch nur geringe Abstände voneinander getrennt sind.

Verschiedene Verfahren zur Herstellung von Keramik-Kunststoff-Composites mit unterschiedlicher Konnektivität sind einem Übersichtsartikel von V.F.Janas und A.Safari in J.Am.Ceram.Soc. 78[11], (1995), Seiten 2945 bis 2955 zu entnehmen. Dabei werden zumeist keramische Formkörper in Kunststoff eingebettet und zum Keramik-Kunststoff-Composite verarbeitet. Dies kann durch Überziehen von Keramikpartikeln, keramischen Fasern oder keramischen Folien mit Kunststoff (Coating) und gegebenenfalls anschließende Coextrusion erfolgen. In keinem Fall wird dabei jedoch ein monolithischer keramischer Körper mit Strukturierung erhalten, sondern bestenfalls Mischkörper mit maximalen mechanischen Belastbarkeit, die der von gefülltem Kunststoff entspricht.

Eine weitere Möglichkeit, die ebenfalls in dem genannten Übersichtsartikel angeführt ist, besteht darin, ein Gewebe aus einem organischen Material mit einer flüssigen keramischen Masse oder einem Precursor davon zu tränken und das organische Material anschließend wieder auszubrennen. Weiterhin können durch Verweben von mit keramischen Partikeln gefüllten Kunststoffasern Gewebe erzeugt werden, aus denen der organische Bestandteil wieder ausgebrannt werden kann, wobei eine keramische Gewebestruktur verbleibt. Diese Verfahren sind jedoch aufwendig und ermöglichen nur das Herstellen bestimmter Strukturen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines monolithischen keramischen Körpers mit Strukturierung anzugeben, dessen Strukturen einen hohen Entkopplungsgrad und damit anisotrope Eigenschaften aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der

Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Grundlegendes Konzept des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, Grünkörper mit keramischen Abstandsstrukturen darauf zu erzeugen und anschließend mehrere dieser Grünkörper zu einem größeren Grünkörper zu vereinigen und zu sintern, wobei ein strukturierter keramischer Körper erhalten wird, der zumindest teilweise separierte Teilstrukturen aufweist. Diese Teilstrukturen entsprechen den ursprünglichen Grünkörpern, wobei die Abstandsstrukturen die Kopplung zwischen den Teilstrukturen im insgesamt monolithischen keramischen Körper darstellen.

Es wird dabei ein mechanisch ausreichend stabiler keramischer Körper erhalten, der einer Weiterverarbeitung für verschiedenste Anwendungen zugänglich ist. Das Verfahren umfaßt ausschließlich einfach durchzuführende Einzelschritte. Bezüglich der Auswahl des keramischen Materials für die Grünkörper ist das Verfahren unbeschränkt. Über die Art und Ausbildung der Abstandsstrukturen läßt sich der Entkopplungsgrad der Teilstrukturen im strukturierten keramischen Körper einstellen. Eine weitere Einstellmöglichkeit bietet das Verfahren durch die verwendeten Bedingungen, unter denen die Grünkörper mit den Abstandsstrukturen zu einem größeren Grünkörper vereinigt und anschließend gesintert werden.

Als keramischer Grünkörper wird ein Körper mit Raumform verstanden, der im wesentlichen aus feinteiligen keramischen Partikeln oder Partikeln der Vorläuferverbindungen aufgebaut ist. Zur Verbesserung des Zusammenhalts der Grünkörper können diese einen organischen Binder umfassen, in dem die festen Partikel eingebettet sind. Je nach Art und Menge des zugesetzten Binders weisen die Grünkörper weiche, elastische oder flexible Eigenschaften auf.

Der äußeren Form nach können die Grünkörper Grünfolien sein, die beispielsweise durch Foliengießen, Folienziehen oder Extrudieren hergestellt sein können. Grünkörper können aber auch aus Grünfolien durch Schneiden oder Stanzen hergestellte streifen- bis faserförmige Grünkörper sein. Faserförmige Grünkörper können durch Spinnen oder Extrudieren einer keramischen Rohmasse mit relativ hohem Binderanteil hergestellt werden. Doch auch beliebige andere Raumformen sind für die im erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten keramischen Grünkörper denkbar und möglich.

Für einen keramischen Körper mit anisotropen Eigenschaften werden jedoch Grünkörper eingesetzt, die zumindest in einer räumlichen Dimension der späteren Größe des gewünschten strukturierter keramischen Körpers entsprechen. Zur Herstellung eines keramischen Körpers mit anisotropen Eigenschaften sind also eher flächige Grünkörper wie beispielsweise Folien, oder auch langgestreckte streifen- oder faserförmige Grünkörper geeignet.

Die Abstandsstrukturen umfassen statistische oder geometrische Muster auf zumindest einer der Hauptoberflächen des Grünkörpers. Die Größe bzw. Höhe der Abstandsstrukturen über der Oberfläche des Grünkörpers ist gering relativ zur Größe des Grünkörpers. Die genaue Größe bzw. Höhe der Abstandsstrukturen richtet sich nach dem gewünschten Grad der Entkopplung der Teilstrukturen. Anders ausgedrückt, ist die einzustellende Größe der Abstandsstrukturen abhängig davon, wie stark die Teilstrukturen des strukturierter keramischen Körpers voneinander separiert sein sollen.

Auch die Anzahl bzw. der Flächenanteil der Abstandsstrukturen relativ zur Oberfläche des Grünkörpers wird in Abhängigkeit vom gewünschten Entkopplungsgrad gewählt. Da meist jedoch ein hoher Entkopplungsgrad angestrebt wird, sind die Abstandsstrukturen so ausgestaltet, daß sie bei minimalem Flächenanteil relativ zur Oberfläche des Grünkörpers einen minimalen mittleren Abstand zueinander

aufweisen. Dies wird vorzugsweise mit einer feinen Strukturierung erreicht.

Die Herstellung der Abstandsstrukturen kann integriert mit der Herstellung der Grünkörper erfolgen. Beispielsweise können die Abstandsstrukturen durch Aufprägen auf eine noch hinreichend plastisch verformbare Grünfolie oder einen anderen Grünkörper erfolgen. Auch können die Grünfolien direkt in einer mit einer negativen Abstandsstruktur versehenen Gießform bzw. auf einer entsprechenden Unterlage als Matrice hergestellt werden. Eine geeignete Struktur kann beispielsweise bereits mit einer Unterlage bzw. Gießform mit einer ausreichend hohen Rauhgigkeit erreicht werden.

Werden Grünkörper eingesetzt, die nicht mehr ausreichend plastisch verformbar sind so können die Abstandsstrukturen auch aufgedruckt werden. Dazu sind pastenartige druckbare Keramikzusammensetzungen geeignet, die aus gleichem oder unterschiedlichem Material wie die Grünkörper bestehen können.

Möglich ist es auch, die Grünkörper mit einem organischen Überzug zu versehen, in dem feste Keramikpartikel enthalten sind. Dazu kann der Grünkörper mit einer organischen Masse überzogen sein, die einen geringen Füllkörperanteil aus keramischen Partikeln enthält. Möglich ist es auch, die Grünkörper mit einer weichen und zum Beispiel klebrigen organischen Schicht zu versehen und in diese nachträglich feste Keramikpartikel einzubringen, so daß sie an der Oberfläche des Grünkörpers haften. Mit diesem Verfahren wird eine statistische Verteilung der Abstandsstrukturen auf den Grünkörpern erzielt.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der Abstandsstrukturen besteht darin, die Grünkörper und insbesondere die Grünfolien entlang strukturierter Kanten, beispielsweise durch Stanzen oder Schneiden mit einer strukturierten Klinge zu zerteilen. Vorzugsweise erfolgt das Zerteilen dabei so, daß kleinere Grünkörper in Form schmaler Streifen mit strukturierten Schnittkanten entstehen.

Vorteilhaft ist es auch, mehrere dieser Verfahren zur Herstellung von Abstandsstrukturen miteinander zu kombinieren, und beispielsweise auf einer Grünfolie Abstandsstrukturen aufzubringen und diese anschließend mit einer strukturierten Klinge in streifenförmige kleinere Grünkörper zu zerteilen. Auf diese Weise werden Grünkörper erhalten, die auf sämtlichen Oberflächen mit Abstandsstrukturen versehen sind. Mit diesen Grünkörpern kann ein strukturierter keramischer Körper erhalten werden, dessen Teilstrukturen entlang sämtlicher Oberflächen von benachbarten Teilstrukturen separiert sind.

Mehrere in solcher Art vorbehandelte Grünkörper werden anschließend miteinander zu einem Verbund vereinigt. Dies kann durch Bündeln, Stapeln oder sonstiges Übereinanderschichten erfolgen. Ein fester Verbund wird erhalten, wenn dabei ein ein- oder mehrachsiger Preßdruck bei gegebenenfalls erhöhter Temperatur auf den Verbund einwirkt. Durch Variation der Parameter Druck und Temperatur während des Verpressens kann außerdem der Entkopplungsgrad der Teilstrukturen zumindest teilweise eingestellt werden. Eine höhere Entkopplung wird dabei mit geringerem Druck und/oder geringerer Temperatur erzielt. Das Verpressen kann beispielsweise ein Laminieren unter milden Laminierbedingungen umfassen. Möglich ist es auch, streifen- oder faserförmige Grünkörper mit Abstandskörpern zu versehen, zu einem Strang zu bündeln und diesen durch eine geeignet geformte konische Öffnung oder eine entsprechend enge Düse zu extrudieren.

Das Verpressen von Grünkörpern mit Abstandskörpern zu einem Verbund kann auch in einer formgebenden Matrice oder einer Preßform erfolgen.

Das Sintern des Verbundes zum keramischen Körper kann auf herkömmliche und auf die Keramik optimierten Bedingungen bezüglich verwendeter Umgebungsumgebung bei Sintern und Temperaturprogramm bzw. Temperaturverlauf durchgeführt werden. Es können von dem eingesetzten Keramikmaterial der Grünkörper abhängige optimale Sinterbedingungen gewählt werden, um beispielsweise einen in den Teilstrukturen optimal dichten keramischen Körper mit angepaßter Gefügestruktur und daher optimalen keramischen Eigenschaften zu erhalten. Je nach eingesetzter Keramik können die keramischen Eigenschaften beispielsweise bezüglich eines hohen piezo- oder pyroelektrischen Effekts, hoher optischer Transluzenz bis Transparenz oder bezüglich guter wärme- oder stromleitender Eigenschaften, hoher Dielektrizitätskonstante oder allgemein niedriger Defektdichte optimiert werden.

Besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß während des gesamten Sinterprozesses zwischen den Grünkörpern ausreichende Zwischenräume verbleiben, die ein ungestörtes, schnelles und vollständiges Entbindern ermöglichen. Das heißt, die bei der Zersetzung des Binders entstehenden gasförmigen Produkte können schnell nach außen geführt werden. Dadurch ist es möglich, die Entbindung mit größeren Aufheizraten durchzuführen und Materialfehler zu vermeiden.

Es ist möglich, den Sintervorgang bei anderen und insbesondere niedrigeren Sintertemperaturen durchzuführen, um in den Teilstrukturen eine gewünschte Korngröße, Gefügestruktur und/oder eine gewünschte Dichte einzustellen. Diese kann je nach Verwendungszweck des keramischen Körpers stark von der optimalen bzw. maximalen Dichte abweichen. Auf diese Weise kann auch ein insgesamt hochporöser keramischer Körper erhalten werden.

Der nach dem Sintern erhaltene keramische Körper weist einen zur Handhabung des Körpers ausreichende mechanische Festigkeit auf. Diese kann ausreichend sein, den keramischen Körper noch nach dem Sintern einer formgebenden Behandlung zu unterziehen und beispielsweise in Scheiben zu zerteilen, beispielsweise durch Sägen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird der keramische Körper nach dem Sintern mit einem funktionsunterstützenden Material aufgefüllt. Die ausgeprägt anisotrope offene Porosität des Körpers erleichtert dabei die Befüllung mit einem vorzugsweise fluiden Material. Ist die Keramik beispielsweise eine optische Keramik mit hoher Transluzenz und insbesondere eine Leuchtstoffkeramik, so wird als funktionsunterstützendes Material vorzugsweise ein Material mit gewünschten optischen Eigenschaften ausgewählt. Um die anisotropen optischen Eigenschaften des keramischen Körpers zu verstärken, kann das funktionsunterstützende Material beispielsweise gute Reflexionseigenschaften aufweisen, um beispielsweise die Lichtleitung nahezu ausschließlich innerhalb der Teilstrukturen durchzuführen und letztere optisch voneinander zu entkoppeln. Eine Entkopplung kann auch mit einem hochstreuenden feindispersen Material, beispielsweise mit einem Pigment durchgeführt werden. Auch die gute Reflexionswirkung metallischer Partikel kann dazu ausgenutzt werden.

Ein besonders einfaches Auffüllen der offenen Zwischenräume zwischen den separierten Teilstrukturen gelingt mit einem fluiden Material. Ein feinteiliger Füllstoff zum Auffüllen der Zwischenräume im keramischen Körper kann dann in dem fluiden Material dispergiert sein. Vorzugsweise wird dazu ein Gießharz verwendet. Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn ein Reaktionsharz verwendet wird, das die Keramik gut benetzt. Auf diese Weise ist ein einfaches Befüllen aufgrund entstehender Kapillarkräfte möglich. Ein Befüllen ist dabei ohne äußeren Druck durch einfaches Eintauchen in

das gegebenenfalls gefüllte Reaktionsharz möglich. Weniger dünnflüssige oder schlechter benetzende Füllmaterialien können unter Druck in die Zwischenräume eingebracht werden.

Weitere gewünschte Eigenschaften, die mit Hilfe des funktionsunterstützenden Materials in die Zwischenräume zwischen den Teilstrukturen eingebracht werden, können sein:

geringe Licht-, Wärme- oder Stromleitfähigkeit, hohe oder niedrige Dielektrizitätskonstante, hohe oder niedrige Dichte und damit hohe oder niedrige Impedanz, geeignet angepasstes Elastizitätsmodul, was insbesondere für piezoelektrische Keramik wichtig ist, da ein mit funktionsunterstützendem Material gefüllter keramischer Körper aus Piezokeramik ein piezokeramisches Komposit darstellt.

Möglich ist es jedoch auch, nur eine Harzmatrix zum Auffüllen zu verwenden bzw. ein funktionsunterstützendes Material zu verwenden, mit dem die mechanische Festigkeit des keramischen Körpers erhöht wird. Auf diese Weise wird die Weiterbehandlung und insbesondere die Formgebung des keramischen Körpers erleichtert, insbesondere das Zersägen oder Zerteilen.

In Scheiben zerteilte keramische Körper können die anisotropen Eigenschaften parallel zur Hauptoberfläche aufweisen. Das bedeutet, daß entlang dieser Richtung die geringsten Änderungen der gewünschten Eigenschaften im keramischen Körper bzw. in der Scheibe auftritt. Diese Achse kann beispielsweise entlang der längsten räumlichen Abmessung des Körpers bzw. der Scheibe verlaufen.

Möglich ist es jedoch auch, den gegebenenfalls gefüllten keramischen Körper so zu zerteilen, daß die Anisotropie vertikal zu einer der Hauptoberflächen eingestellt ist. Besteht der keramische Körper beispielsweise aus faser- oder streifenförmigen Teilstrukturen, so wird dies durch Zerteilung quer zu diesen Teilstrukturen möglich. Beispielsweise kann so eine punktförmig gerasterte Scheibe erhalten werden, bei der die keramischen Teilstrukturen die Rasterpunkte bilden, die bei minimalem Rasterabstand dennoch vollständig voneinander getrennt sind. Ein solcher Art gerasterter keramischer Körper ist in Abhängigkeit von der verwendeten Keramik für viele Anwendungen geeignet. Aus Leuchtstoffkeramik aufgebaut kann er als zweidimensionaler auflösender Strahlenwandlerschirm dienen. Aus Piezokeramik dagegen kann ein zweidimensionales Sensorfeld aufgebaut werden, während aus einer pyroelektrischen Keramik ein Pyrodetektorarray gefertigt werden kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen zehn Fig. näher erläutert.

Die Fig. 1 bis 3 stellen mit Abstandsstrukturen versehene Grünkörper im schematischen Querschnitt dar.

Fig. 4 zeigt einen Grünkörper mit Trennungslinie in der Draufsicht.

Fig. 5 zeigt einen mit strukturierter Klinge geschnittenen Grünkörper in perspektivischer Darstellung.

Fig. 6 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Grünkörper mit strukturierten Bruchkanten.

Die Fig. 7 und 8 stellen schematische Querschnitte durch Grünkörperverbunde dar.

Fig. 9 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch einen keramischen Körper und

Fig. 10 zeigt im schematischen Längsschnitt einen mit funktionsunterstützendem Material ausgefüllten keramischen Körper.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Grünkörper GK mit darauf aufgetragenen Abstandsstrukturen AS. Der Grünkörper ist von beliebiger Raumform und beispielsweise als Grünfolie mit einer Dicke von 20 µm bis 2 mm

ausgebildet. Die Abstandsstrukturen AS sind ebenfalls aus keramischem Material ausgebildet, welches dem Material des Grünkörpers GK entsprechen kann oder von diesem verschieden ist. Die Abstandsstrukturen AS sind auf zumindest einer, vorzugsweise jedoch auf allen Hauptoberflächen des Grünkörpers aufgebracht. Sie weisen beispielsweise eine Breite von 2 µm bis 5 mm bei einer Höhe von 2 µm bis 200 µm auf. Sie können aufgedruckt, eingepreßt oder bei der Folienherstellung von einer Matrize abgeformt sein. Die in der Figur idealisiert dargestellten Abstandsstrukturen AS können auch von einer ausreichend rauen Oberfläche gebildet werden, wenn diese von einer entsprechend rauen Unterlage abgeformt oder mit einem entsprechend ausgebildeten Stempel eingepreßt ist.

Fig. 2 zeigt eine weitere Möglichkeit, Abstandsstrukturen AS auf die Oberfläche eines Grünkörpers GK aufzubringen. In einer Kunststoffmasse, beispielsweise einem Reaktionsharz, werden dazu keramische Partikel homogen dispergiert, wobei ein geringer Füllgrad von beispielsweise 2 bis 10 Volumenprozent eingehalten wird. Diese gefüllte Kunststoffmasse wird anschließend auf die Oberfläche eines Grünkörpers GK in möglichst dünner, dem Durchmesser der Keramikpartikel entsprechender Schichtdicke auf zumindest einer der Hauptoberflächen aufgebracht. Dieses Verfahren ist vorzugsweise für faserförmige keramische Grünkörper geeignet, wobei letztere ganzflächig mit einer die Abstandsstrukturen AS enthaltenden organischen Schicht OS überzogen werden können. Als Ergebnis wird ein Grünkörper erhalten, der zumindest auf der Hauptoberfläche in gleichmäßiger Verteilung Abstandsstrukturen AS in Form keramischer Partikel aufweist.

Fig. 3 zeigt eine Variante des in Fig. 2 dargestellten Verfahrens, bei dem auf dem Grünkörper auf zumindest einer Oberfläche zunächst eine viskose und gegebenenfalls klebrige organische Schicht OS in geringer Schichtdicke aufgebracht wird. Auf dieser weichen oder klebrigen Schicht OS werden anschließend keramische Partikel gleichmäßig verteilt, die die Abstandsstruktur AS des Grünkörpers bilden. Nach Härtung der organischen Schicht OS sind diese fest mit dem Grünkörper verbunden.

Für die Ausführungen gemäß der Fig. 2 und 3 werden vorzugsweise keramische Partikel mit einem Durchmesser von 2 µm bis 50 µm verwendet, was insbesondere für die vorteilhafte Verwendung als Abstandsstrukturen bei faserförmigen keramischen Grünkörpern als Abstandsstruktur ausreichend ist.

Fig. 4 zeigt in schematischer Draufsicht einen beispielsweise als Folie ausgebildeten Grünkörper GK mit einer darin angedeuteten Trennungslinie TL. Wird der Grünkörper GK nun entlang dieser Trennungslinie TL in kleinere und beispielsweise streifenförmige Teile zerschnitten, so entstehen strukturierte Schnittkanten, die Abstandsstrukturen aufweisen. Zur Erzeugung dieser Schnittkanten kann beispielsweise eine strukturierte Klinge zum Schneiden, Stanzen oder Scheren verwendet werden.

Fig. 5 zeigt einen solchen streifenförmigen Grünkörper, der hier zwei strukturierte Schnittkanten mit Erhebungen aufweist, die Abstandsstrukturen AS des Grünkörpers GK darstellen. Beim Ausschneiden solcher Grünkörper mit strukturierten Schnittkanten aus einem größeren Grünkörper, beispielsweise einer Grünfolie, werden Abstände zwischen den Trennlinien TL eingehalten, die ungefähr der Foliendicke entsprechen oder beispielsweise zwischen 50 µm und 5 mm gewählt werden.

Fig. 6 zeigt wiederum einen schematischen Querschnitt durch einen Grünkörper GK, in dem mehrere Trennlinien TL angedeutet sind. Diese Trennlinien verlaufen quer durch den Grünkörper entlang von Korngrenzen der den kerami-

schen Grünkörper GK aufbauenden Keramikrohmasse. Insbesondere bei Grünkörpern mit geringem oder gar keinem Binderanteil, die spröde sind und keine Plastizität oder Elastizität aufweisen, lassen sich in vorteilhafter Weise Brüche entlang solcher natürlich vorgegebener Trennlinien TL erzeugen. Als Ergebnis können ebenfalls streifenförmig strukturierte Grünkörper mit strukturierten Bruchkanten erhalten werden, deren Erhebungen Abstandsstrukturen der zum Beispiel streifenförmigen Grünkörper GK darstellen.

Da die Ausführungsbeispiele gemäß der Fig. 1 bis 3 Verfahren darstellen, die insbesondere zum Erzeugen von Abstandsstrukturen AS auf großflächigen Grünkörpern GK geeignet sind und die Ausführungen gemäß der Fig. 4 bis 6 Verfahren zum Strukturieren von Bruch- oder Schnittkanten darstellen, lassen sich in einfacher Weise zwei oder mehr dieser Verfahren an einem Grünkörper realisieren. Dementsprechend können auf einem großflächigen Grünkörper GK zunächst oberflächlich Abstandsstrukturen AS aufgebracht werden und derselbe Grünkörper anschließend in kleinere und beispielsweise streifenförmige Grünkörper GK zerteilt werden, die strukturierte Schnitt- oder Bruchkanten aufweisen. Auf diese Weise werden zum Beispiel streifenförmige Grünkörper erhalten, die auf vier Hauptoberflächen Abstandsstrukturen AS aufweisen.

Zum Herstellen eines keramischen Körpers werden anschließend mehrere der mit Abstandsstrukturen AS versehenen Grünkörper GK zu einem Verbund angeordnet und vereinigt.

Zum Herstellen des Verbunds werden die Grünkörper übereinander geschichtet, gestapelt oder gebündelt. In Abhängigkeit von der Form der Grünkörper kann ein solcher Verbund auch regelmäßig aufgebaut sein. Sind diese beispielsweise folienartig, so besteht der Verbund beispielsweise aus einem Stapel, der ohne weiteres Dazutun bereits eine äußerst regelmäßige Anordnung der mit Abstandsstrukturen versehenen Grünkörper darstellt. Bei streifenförmiger Zerteilung von Grünfolien entstehen kleinere streifenförmige Grünkörper mit rechteckigem Querschnitt, die zum Herstellen eines Verbunds nur parallel zueinander ausgerichtet werden und im Verbund eine gleichmäßige aber ungeordnete Verteilung aufweisen. Fig. 7 zeigt einen solchen Verbund im Querschnitt quer zur Längsachse der Grünkörper GK. Diese unregelmäßige Anordnung bewirkt zusammen mit den in der Fig. 7 nicht dargestellten Abstandsstrukturen, deren Größe in Wirklichkeit ja bis zu zwei Größenordnungen unter dem Durchmesser der Grünkörper liegt, daß zwischen den Grünkörpern GK Hohlräume HR verbleiben. Der direkte Kontakt von einzelnen Grünkörpern untereinander erfolgt ausschließlich über Kanten oder Abstandsstrukturen, so daß die maximale Kontaktfläche zwischen zwei benachbarten Grünkörpern minimal ist und einen Bruchteil ihrer zueinanderweisenden Oberflächen ausmacht.

Fig. 8 zeigt einen Verbund von faserförmigen Grünkörpern GK, die an der Oberfläche Abstandsstrukturen AS in Form von darauf aufgetragenen keramischen Partikeln aufweisen. Der zum Beispiel runde Querschnitt der faserförmigen Grünkörper GK ermöglicht hier eine sehr regelmäßige Anordnung der Grünkörper zueinander, was in Fig. 8 auch angedeutet ist.

Vor dem Sintern der zu einem Verbund angeordneten Grünkörper GK kann die Struktur des Verbundes durch Verpressen, Laminieren oder sonstige thermisch/mechanische Einwirkung verdichtet und somit verfestigt werden. Dies kann durch ein- oder mehrschichtiges Verpressen und gegebenenfalls auch in einer formgebenden Preßmatrize durchgeführt werden.

Die gegebenenfalls verfestigten und verdichteten Ver-

bünde werden anschließend auf herkömmliche Weise gesintert. Dabei kommt es zu einer Verdichtung der keramischen Masse innerhalb der Grünkörper GK, die bis zu 100 Prozent der theoretischen Dichte betragen kann. Aufgrund der geringen Kontaktfläche zwischen benachbarten Grünkörpern, die maximal dem Flächenanteil der Abstandsstrukturen AS auf der Oberfläche der Grünkörper GK ausmacht, tritt beim Sintern zwischen den Grünkörpern GK eine nur geringfügige Verdichtung ein, so daß die durch die Abstandsstrukturen AS vorgegebenen Mindestabstände zwischen benachbarten Grünkörpern sich nur teilweise reduzieren, so daß auch im gesinterten keramischen Körper die durch die ehemaligen Grünkörper vorgegebenen Teilstrukturen weitgehend voneinander separiert bleiben. Lediglich an den Kontaktpunkten zwischen den Abstandsstrukturen zweier benachbarter Grünkörper bzw. zwischen den Abstandsstrukturen eines Grünkörpers und der Oberfläche eines benachbarten Grünkörpers sintern diese zusammen und bilden insgesamt einen monolithischen keramischen Körper, der allerdings zwischen den Teilstrukturen bzw. zwischen den durch direkten Kontakt erfolgten Verbindungen Hohlräume aufweist.

Fig. 9 stellt einen schematischen Querschnitt durch einen so erhaltenen keramischen Körper dar, der beispielsweise durch Stapeln und Sintern von folienartigen Grünkörpern erhalten wurde. Die Darstellung gemäß Fig. 9 kann auch einem aus keramischen Fasern hergestellten keramischen Verbund entsprechen, wobei hier der Querschnitt parallel zur Hauptachse der Fasern belegt wurde. Ein solcher keramischer Körper weist bereits eine erhebliche mechanische Festigkeit auf, so daß er bereits für einige Anwendungen zugänglich ist.

Vorzugsweise wird der keramische Körper in den Hohlräumen zwischen den separierten Teilstrukturen mit einem funktionsunterstützenden Material FM gefüllt. Fig. 10 zeigt ausschnittsweise anhand eines schematischen Querschnitts durch einen solchen zwischen zwei Teilstrukturen TS gebildeten Hohlraum die Befüllung mit einem beispielsweise dispersen funktionsunterstützenden Material FM. Zum besseren Be- und Ausfüllen des Hohlraums ist der feindisperse Füllstoff in einer organischen Matrix, beispielsweise einem Reaktionsharz dispergiert und bildet mit diesem zusammen das funktionsunterstützende Material FM. Auch eine organische Matrix alleine kann ein funktionsunterstützendes Material FM darstellen.

Für ein konkretes Ausführungsbeispiel wird ein Leuchtstoffpulver, beispielsweise  $(Y, Gd)_2O_3 : Eu$  in eine keramische Grünfolie in einer Dicke von 5 µm bis 2000 µm insbesondere von 50 bis 500 µm überführt. Mit einem strukturierten Ziehschuh können auf der Grünfolie Pfade von einer Dicke von 2 µm bis 100 µm und insbesondere von 2 µm bis 50 µm beidseitig ausgezogen werden, die als Abstandsstrukturen AS fungieren (siehe Fig. 1). Vorzugsweise senkrecht zur Richtung der beispielsweise streifenförmigen Pfade wird die Grünfolie (Grünkörper GK) in streifenförmige Segmente zerteilt, wahlweise mit einer strukturierten oder unstrukturierten Schneide. Die Breite der streifenförmigen Segmente beträgt 50 bis 2000 µm und insbesondere 100 bis 1000 µm. Die Länge der streifenförmigen Segmente entspricht der Breite der Grünfolie.

Die solcher Art mit Abstandsstruktur AS versehenen streifenförmigen Grünkörper GK werden anschließend ohne zusätzlichen Abstandshalter gestapelt und wahlweise unter geringem Druck zwischen 1 Pa und 10 MPa und insbesondere zwischen 1 Pa und 0,1 MPa verpreßt und gesintert, vorzugsweise drucklos an Luft. Der entstehende keramische Körper (Sinterkörper) wird anschließend mit einer Pigment/Reaktionsharzmatrix verfüllt, die als funktionsunterstützendes Material FM dient. Beispielsweise werden dazu Titandi-

oxidpigmente in Epoxidharz dispergiert und die Infiltrierung durch Eintauchen des keramischen Körpers in diese Dispersion vorgenommen, wobei Kapillarkräfte das Eindringen der Dispersion in die Hohlräume erleichtern, bis diese vollständig mit funktionsunterstützendem Material FM befüllt sind (siehe Fig. 10). Anschließend wird der befüllte keramische Körper vorzugsweise vertikal zur Orientierung der streifenförmigen Teilstrukturen TS zersägt, wobei scheibenförmige keramische Körper erhalten werden, die eine beispielsweise der Fig. 7 entsprechende Struktur aufweisen. Die keramischen Teilstrukturen sind weitgehend voneinander separiert, wobei die Hohlräume dazwischen vollständig mit funktionsunterstützendem Material FM ausgefüllt sind.

Ein solcher scheibenförmiger Körper wird insbesondere als Strahlenwandlerschirm und in Verbindung mit einem Photodetektor als Röntgendetektor eingesetzt.

in einer Reaktionsharzmatrix dispergiert ist.

10. Verwendung eines nach einem der vorangehenden Ansprüche hergestellten strukturierten keramischen Körpers als strukturierter Strahlungsbildwandler zum orts aufgelösten Strahlungsnachweis, insbesondere in bildgebenden medizinischen Verfahren.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung strukturierter keramischer Körper, bei dem keramische Grünkörper (GK) mit darauf aufgetragenen keramischen Abstandsstrukturen (AS) erzeugt werden und bei dem anschließend mehrere der mit keramischen Abstandsstrukturen versehenen Grünkörper zu einem Grünkörperverbund vereinigt und gemeinsam zu einem strukturierten keramischen Körper gesintert werden, der zumindest teilweise separierte Teilstrukturen (TS) aufweist. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Erzeugen der keramischen Abstandsstrukturen (AS) ein Aufprägen oder Aufdrucken dieser Abstandsstrukturen auf keramische Grünfolien (GK) umfaßt. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1, oder 2, bei dem das Erzeugen der keramischen Abstandsstrukturen (AS) ein Schneiden oder Stanzen von keramischen Grünfolien (GK) mit einer strukturierten Klinge umfaßt, wobei streifenförmige Grünkörper mit strukturierten Schnittkanten entstehen. 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Erzeugen der keramischen Abstandsstrukturen (AS) ein Überziehen keramischer Grünkörper (GK) mit einem Kunststoff umfaßt, in den keramische Partikel dispergiert sind. 35
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die mit keramischen Abstandsstrukturen (AS) versehenen Grünkörper (GK) unter Druck zum Grünkörperverbund vereinigt werden. 40
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Kopplungsgrad und der Abstand der Teilstrukturen (TS) des strukturierten keramischen Körpers durch zumindest eine der Maßnahmen eingestellt werden: 45  
Variation von Geometrie und Verteilung der Abstandsstrukturen  
Variation des Druckes beim Verpressen zum größeren Grünkörperverbund. 50
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der strukturierte keramische Körper nach dem Sintern zwischen den Teilstrukturen (TS) mit einem funktionsunterstützenden Material (FM) aufgefüllt wird. 55
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die keramischen Grünkörper (GK) aus einem Leuchtstoff bestehen und bei dem zum Auffüllen mit funktionsunterstützendem Material (FM) ein Material mit hoher Lichtstreuung verwendet wird. 60
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem das funktionsunterstützende Material (FM) zum Auffüllen 65

- Leerseite -



FIG 1

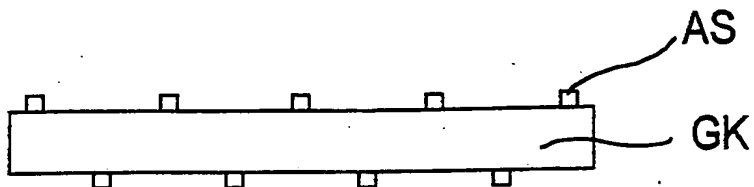


FIG 2

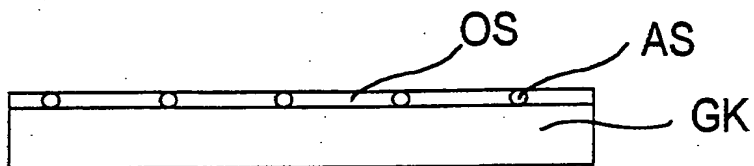


FIG 3

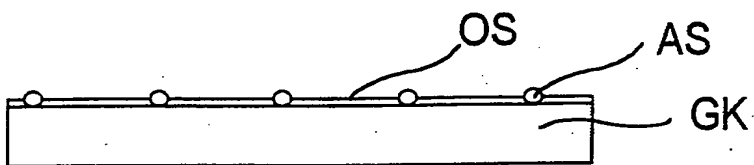


FIG 4

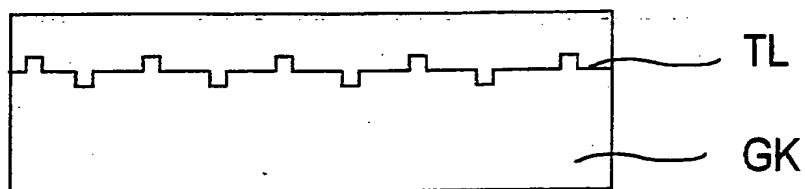


FIG 5

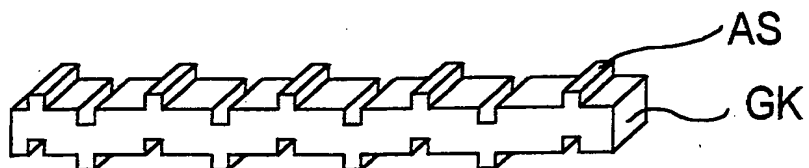


FIG 6

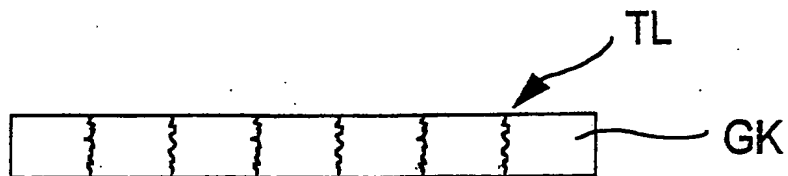


FIG 7

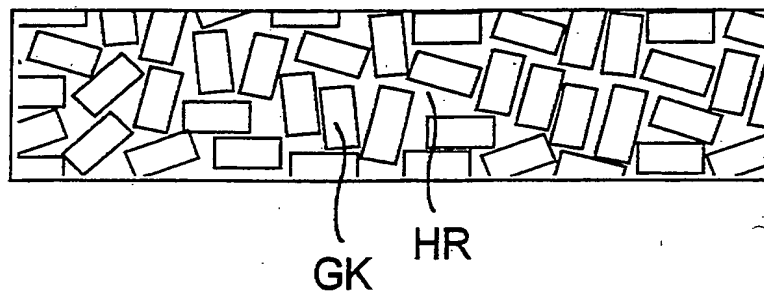


FIG 8

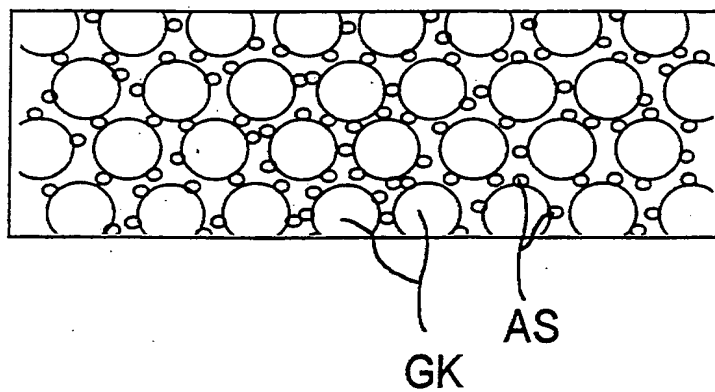


FIG 9

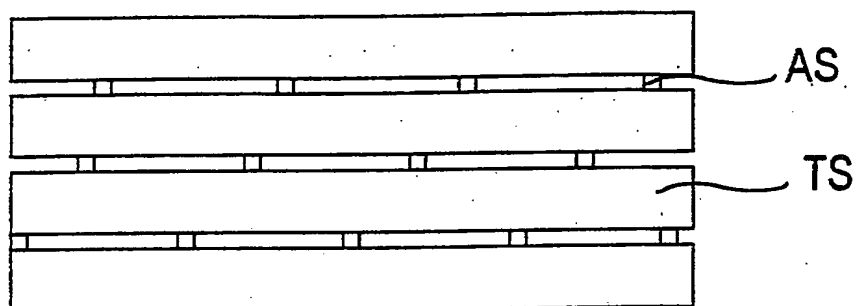
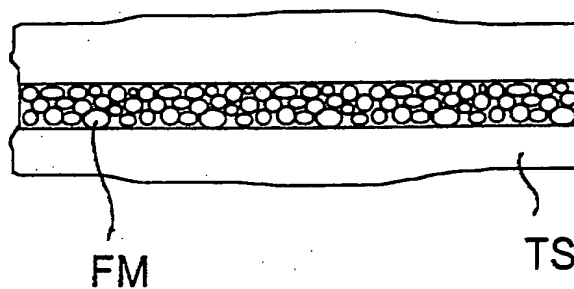


FIG 10



**Structured ceramic body production**

**Patent number:** DE19709691  
**Publication date:** 1998-09-17  
**Inventor:** AHNE STEPHAN DIPL ING (DE); ROSNER WOLFGANG DR ING (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** C04B35/00; H01L41/24  
- **european:** B32B18/00; H01L41/24  
**Application number:** DE19971009691 19970310  
**Priority number(s):** DE19971009691 19970310

**[Report a data error here](#)**

**Abstract of DE19709691**

Production of structured ceramic bodies involves producing green ceramic bodies (GK) with applied ceramic spacer structures (AS) and combining several such green bodies to form a green body composite which is sintered to produce a structured ceramic body having (partially) separated sub-structures. Preferably, the regions between the sub-structures of the sintered body are subsequently filled with a function-assisting material, e.g. a light scattering material dispersed in a reaction resin matrix when the ceramic bodies consist of a luminescent material.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**